LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
HUKUM COULOMB DAN MEDAN LISTRIK
PRAKTIKUM VIRTUAL MENGGUNAKAN PhET SIMULATION
SMAK SANTA MARIA TANAH MERAH | FISIKA SMA

A. IDENTITAS LKPD

Komponen	Keterangan
Satuan Pendidikan	SMAK Santa Maria Tanah Merah
Mata Pelajaran	IPA (Fisika)
Fase/Kelas	F / XI
Semester	Ganjil
Tahun Ajaran	2026/2027
Materi	Hukum Coulomb dan Medan Listrik
Model Pembelajaran	Problem Based Learning (PBL)
Metode	Ceramah interaktif, diskusi, praktikum virtual, presentasi
Alokasi Waktu	2 JP (90 menit)
Nama Kelompok	.....
Nama Anggota	1. ..... 2. .....
	3. ..... 4. .....

B. JUDUL PRAKTIKUM

Menyelidiki Pengaruh Besar Muatan Listrik dan Jarak Antar Muatan terhadap Gaya Coulomb Menggunakan PhET Simulation.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan konsep Hukum Coulomb dan medan listrik.
2. Mengidentifikasi hubungan antara besar muatan listrik dan gaya Coulomb.
3. Menganalisis pengaruh jarak antar muatan terhadap besar gaya Coulomb.
4. Membedakan gaya tarik-menarik dan gaya tolak-menolak antara dua muatan listrik.
5. Melakukan percobaan virtual menggunakan simulasi PhET secara berkelompok.
6. Menyajikan hasil percobaan dalam bentuk tabel, analisis, dan kesimpulan ilmiah.

D. 8 DIMENSI PROFIL LULUSAN

- Keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.
- Kewargaan.
- Penalaran kritis.
- Kreativitas.
- Kolaborasi.
- Kemandirian.
- Kesehatan.
- Komunikasi.

E. PRAKTIK PEDAGOGIS

- Mindful Learning: peserta didik mengamati fenomena listrik statis dengan penuh perhatian.
- Meaningful Learning: peserta didik menghubungkan Hukum Coulomb dengan fenomena sehari-hari.
- Joyful Learning: peserta didik melakukan eksperimen virtual secara kolaboratif dan menyenangkan.

LIVEWORKSHEETS

F. LANDASAN TEORI

1. Hukum Coulomb

Hukum Coulomb menjelaskan bahwa gaya listrik antara dua muatan berbanding lurus dengan hasil kali besar kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.

$$F = k\,|q_1 q_2| / r^2$$

Keterangan: F = gaya Coulomb (N); $k = 9 \times 10^9$ N m²/C²; q_1 dan q_2 = muatan listrik (C); r = jarak antar muatan (m).

2. Sifat Interaksi Muatan Listrik

Jenis muatan	Interaksi
Sejenis (+,+) atau (−,−)	Tolak-menolak
Tidak sejenis (+,−) atau (−,+)	Tarik-menarik

3. Medan Listrik

Medan listrik adalah daerah di sekitar muatan listrik yang masih dipengaruhi gaya listrik.

$$E = F/q \quad \text{dan} \quad E = k\,|Q| / r^2$$

Keterangan: E = kuat medan listrik (N/C); F = gaya listrik (N); q = muatan uji (C); Q = muatan sumber (C); r = jarak (m).

Arah medan listrik keluar dari muatan positif dan masuk menuju muatan negatif.

G. ALAT, BAHAN, DAN MEDIA

- Laptop/komputer atau perangkat yang mendukung simulasi.
- Koneksi internet, LKPD, buku paket, dan kalkulator.
- PhET Coulomb's Law Simulation.

Tautan simulasi: https://phet.colorado.edu/en/simulations/coulombs-law

H. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN 1 — LITERASI (10 menit)

Arahan kegiatan:

7. Siapkan buku paket Fisika dan LKPD.
8. Baca materi Hukum Coulomb dan medan listrik selama 5–10 menit.
9. Amati penjelasan guru tentang fenomena listrik statis: penggaris yang digosok menarik potongan kertas, interaksi muatan, dan petir.
10. Tuliskan minimal lima kata kunci beserta penjelasan singkat.

No.	Kata Kunci	Penjelasan Singkat
1	Muatan listrik	
2	Gaya Coulomb	
3	Jarak antar muatan	
4	Medan listrik	
5	Konstanta Coulomb	

KEGIATAN 2 — CRITICAL THINKING / BERPIKIR KRITIS (10 menit)

Orientasi masalah: "Dua benda bermuatan listrik diletakkan pada jarak tertentu. Ketika jarak kedua benda diperkecil, gaya listrik menjadi lebih besar. Mengapa? Apakah besar muatan juga memengaruhi gaya?"

Diskusikan pertanyaan dan tuliskan hipotesis awal kelompok.

No.	Pertanyaan	Jawaban/Hipotesis Kelompok
1	Pengaruh besar muatan terhadap gaya	
2	Pengaruh jarak terhadap gaya	
3	Pengaruh jenis muatan terhadap gaya	

LIVEWORKSHEETS

4	Hubungan gaya Coulomb dan medan listrik	

11. Apa yang dimaksud dengan Hukum Coulomb?
12. Mengapa muatan sejenis saling tolak-menolak dan muatan tidak sejenis saling tarik-menarik?
13. Bagaimana pengaruh besar muatan terhadap gaya Coulomb?
14. Jika jarak kedua muatan menjadi dua kali semula, bagaimana perubahan gaya?
15. Apa hubungan gaya Coulomb dan medan listrik?

KEGIATAN 3 — COLLABORATION / KOLABORASI (35 menit)

Praktikum Virtual PhET: Persiapan

16. Bentuk kelompok beranggotakan empat peserta didik.
17. Bagikan peran: ketua, operator simulasi, pencatat data, serta analis/presenter.
18. Buka tautan simulasi PhET Coulomb's Law di atas.
19. Amati fitur untuk mengubah besar muatan, jarak, serta membaca nilai gaya.
20. Perhatikan satuan muatan dan jarak yang ditampilkan sebelum mencatat data.

Percobaan I — Pengaruh besar muatan terhadap gaya Coulomb

Tujuan: menyelidiki pengaruh besar muatan listrik terhadap gaya Coulomb.

Variabel bebas: q_1. Variabel terikat: gaya F. Variabel kontrol: q_2 dan jarak r.

Langkah kerja:

21. Atur muatan pertama $q_1 = 1\ \mu C$, muatan kedua $q_2 = 3\ \mu C$, dan jarak $r = 0{,}3$ m.
22. Amati nilai gaya Coulomb pada simulasi dan catat pada tabel.
23. Ubah q_1 menjadi 2 µC; pertahankan $q_2 = 3\ \mu C$ dan $r = 0{,}3$ m. Catat gaya.
24. Ubah q_1 menjadi 3 µC dengan q_2 dan r tetap. Catat gaya.
25. Bandingkan ketiga hasil dan diskusikan hubungan muatan dengan gaya.

No.	q_1 (µC)	q_2 (µC)	r (m)	F (N)
1	1	3	0,3	
2	2	3	0,3	
3	3	3	0,3	

Analisis: (1) Bagaimana perubahan gaya ketika q_1 diperbesar? (2) Apakah gaya bertambah teratur? (3) Bagaimana hubungan matematis muatan dan gaya? (4) Apakah hasil sesuai Hukum Coulomb? Jelaskan.

Jawaban kelompok: _____

_____

Percobaan II — Pengaruh jarak antar muatan terhadap gaya Coulomb

Tujuan: menyelidiki pengaruh jarak antar muatan terhadap gaya Coulomb.

Variabel bebas: r. Variabel terikat: gaya F. Variabel kontrol: q_1 dan q_2.

Langkah kerja:

26. Atur $q_1 = 2\ \mu C$ dan $q_2 = 3\ \mu C$.
27. Atur jarak $r = 0{,}2$ m, amati gaya dan catat.
28. Ubah jarak menjadi 0,4 m; pertahankan kedua muatan. Catat gaya.
29. Ubah jarak menjadi 0,6 m, lalu 0,8 m. Catat gaya pada setiap kondisi.
30. Bandingkan data dan diskusikan pengaruh jarak terhadap gaya Coulomb.

No.	q_1 (µC)	q_2 (µC)	r (m)	F (N)
1	2	3	0,2	
2	2	3	0,4	
3	2	3	0,6	
4	2	3	0,8	

Analisis: (1) Bagaimana gaya saat jarak diperbesar? (2) Saat jarak menjadi dua kali, bagaimana gaya? (3) Saat jarak tiga kali, bagaimana gaya? (4) Gaya berbanding lurus atau terbalik dengan jarak? (5) Apa hubungan gaya dengan kuadrat jarak?

LIVEWORKSHEETS

Jawaban kelompok: _____

_____

Percobaan III — Interaksi muatan sejenis dan tidak sejenis

Tujuan: mengidentifikasi sifat interaksi dua muatan listrik.

Langkah kerja:

31. Atur $q_1 = +2\ \mu C$ dan $q_2 = +3\ \mu C$. Amati arah gaya pada kedua muatan.
32. Catat apakah interaksi berupa tarik-menarik atau tolak-menolak.
33. Ubah q_2 menjadi $-3\ \mu C$. Amati dan catat arah gaya.
34. Ubah kedua muatan menjadi $-2\ \mu C$ dan $-3\ \mu C$. Amati interaksi.
35. Bandingkan ketiga kondisi dan simpulkan sifat interaksi muatan.

No.	q_1	q_2	Jenis muatan	Interaksi
1	$+2\ \mu C$	$+3\ \mu C$	Sejenis	
2	$+2\ \mu C$	$-3\ \mu C$	Tidak sejenis	
3	$-2\ \mu C$	$-3\ \mu C$	Sejenis	

Analisis: (1) Apa yang terjadi pada muatan sejenis? (2) Apa yang terjadi pada muatan tidak sejenis? (3) Bagaimana arah gaya pada masing-masing muatan? (4) Simpulkan interaksi muatan.

Jawaban kelompok: _____

_____

KEGIATAN 4 — COMMUNICATION / BERKOMUNIKASI (15 menit)

Presentasi hasil praktikum:

36. Setiap kelompok menyampaikan tujuan dan variabel percobaan.
37. Tampilkan tabel pengamatan percobaan I, II, dan III.
38. Jelaskan hubungan besar muatan dan jarak terhadap gaya Coulomb.
39. Jelaskan perbedaan interaksi muatan sejenis dan tidak sejenis.
40. Sampaikan kesimpulan berdasarkan data.

Kelompok lain mendengarkan, mengajukan minimal satu pertanyaan, memberi tanggapan berbasis data, serta menyampaikan perbedaan hasil bila ada.

No.	Nama Kelompok	Hasil Presentasi	Tanggapan
1			
2			
3			

KEGIATAN 5 — CREATIVITY / KREATIVITAS (10 menit)

Guru dan peserta didik menyusun kesimpulan. Lengkapi kalimat:

41. Besar gaya Coulomb berbanding _____ dengan besar muatan listrik.
42. Besar gaya Coulomb berbanding _____ dengan kuadrat jarak antar muatan.
43. Muatan listrik sejenis akan saling _____.
44. Muatan listrik tidak sejenis akan saling _____.
45. Medan listrik adalah _____.
46. Arah medan listrik dari muatan positif _____, sedangkan dari muatan negatif _____.

Tugas kreativitas: buat poster mini/peta konsep “Hukum Coulomb dalam Kehidupan Sehari-hari”. Poster memuat pengertian, rumus, hubungan muatan dan jarak dengan gaya, ilustrasi dua muatan, serta contoh listrik statis.

Ruang rancangan poster/peta konsep:

_____

_____

_____

_____

LIVEWORKSHEETS

I. HASIL AKHIR PRAKTIKUM

Tuliskan kesimpulan lengkap kelompok berdasarkan seluruh percobaan:

_____

_____

_____

_____

_____

J. ASESMEN SUMATIF (2 SOAL ESAI)

Soal 1 — Analisis Hukum Coulomb (C4)

Dua muatan listrik $q_1 = +4\ \mu C$ dan $q_2 = -6\ \mu C$ terpisah pada jarak 30 cm di udara. Tentukan: (a) besar gaya Coulomb, (b) jenis interaksi, (c) gaya baru jika jarak diperbesar menjadi 60 cm, dan (d) jelaskan hubungan jarak dengan gaya berdasarkan hasil perhitungan.

Kunci jawaban dan cara kerja soal 1

Diketahui: $q_1 = 4 \times 10^{-6}$ C; $q_2 = 6 \times 10^{-6}$ C; r = 0,3 m; $k = 9 \times 10^9$ N m²/C².

a. $F = k\,|q_1 q_2| / r^2 = (9 \times 10^9)(24 \times 10^{-12})/(0,3)^2 = 0,216/0,09 = 2,4$ N.

b. Muatan berbeda jenis, sehingga tarik-menarik.

c. $r_2 = 0,6$ m. $F_2 = (9 \times 10^9)(24 \times 10^{-12})/(0,6)^2 = 0,216/0,36 = 0,6$ N.

d. Jarak menjadi dua kali, gaya menjadi seperempat gaya awal.

Soal 2 — Analisis Medan Listrik (C4)

Muatan titik Q = +5 µC berada dalam ruang. Muatan uji positif q = 2 µC diletakkan pada jarak 20 cm. Tentukan: (a) besar medan listrik, (b) gaya listrik pada muatan uji, (c) arah medan listrik, dan (d) medan listrik jika jarak menjadi 40 cm.

Kunci jawaban dan cara kerja soal 2

Diketahui: $Q = 5 \times 10^{-6}$ C; $q = 2 \times 10^{-6}$ C; r = 0,2 m; $k = 9 \times 10^9$.

a. $E = k|Q|/r^2 = (9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})/(0,2)^2 = 45\,000/0,04 = 1,125 \times 10^6$ N/C.

b. $F = Eq = (1,125 \times 10^6)(2 \times 10^{-6}) = 2,25$ N.

c. Q positif, maka medan listrik menjauhi muatan sumber; muatan uji positif mengalami gaya searah medan.

d. $r_2 = 0,4$ m. $E_2 = (9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})/(0,4)^2 = 45\,000/0,16 = 2,8125 \times 10^5$ N/C.

K. RUBRIK PENILAIAN

1. Rubrik penilaian praktikum

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Penggunaan PhET	Sangat terampil	Terampil	Cukup terampil	Perlu bimbingan
Pengumpulan data	Lengkap dan tepat	Lengkap	Kurang lengkap	Tidak lengkap
Analisis data	Sangat tepat	Tepat	Kurang tepat	Tidak tepat
Kolaborasi	Sangat aktif	Aktif	Cukup aktif	Kurang aktif

2. Rubrik asesmen esai

Aspek penilaian	Skor maksimal
Menuliskan diketahui dan ditanya	2
Menentukan rumus yang tepat	2
Proses perhitungan	3
Jawaban akhir dan satuan	2
Penjelasan konsep	1
TOTAL PER SOAL	10

Nilai akhir = (Skor diperoleh / 20) × 100

LIVEWORKSHEETS

L. REFLEKSI PESERTA DIDIK

☐ Saya memahami konsep Hukum Coulomb.

☐ Saya dapat menjelaskan pengaruh besar muatan terhadap gaya Coulomb.

☐ Saya dapat menjelaskan pengaruh jarak terhadap gaya Coulomb.

☐ Saya dapat menggunakan simulasi PhET.

☐ Saya dapat menganalisis data hasil praktikum.

☐ Saya dapat bekerja sama dengan kelompok.

Hal yang paling saya pahami: _____

Hal yang masih belum saya pahami: _____

Nama peserta didik: _____ Tanda tangan: _____

M. REFLEKSI GURU

47. Apakah peserta didik mampu menggunakan PhET secara mandiri?
48. Apakah praktikum membantu peserta didik memahami Hukum Coulomb?
49. Apakah peserta didik aktif dalam diskusi dan presentasi?
50. Apa perbaikan yang perlu dilakukan pada pembelajaran berikutnya?

_____

_____

LIVEWORKSHEETS